

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «САМАРСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА (НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)

**Моделирование технологических процессов**

Электронный образовательный контент

Работа выполнена по мероприятию блока 1 «Совершенствование

образовательной деятельности» Программы развития СГАУ

на 2009-2018 годы по проекту «Разработка образовательных контентов в рамках  
мастер-класса по внедрению и использованию СЭДО в реальном учебном процессе»

Соглашение №1/27 от 03.06.2013 г.

УДК 621.73(075)+004.9(075)

ББК 32.81я7

М 744

Составители: **Шляпугин Алексей Геннадьевич**,

Рецензент: Каргин В.Р., д.т.н., профессор кафедры ОМД.

**Моделирование технологических процессов:** [Электронный ресурс] : электрон. образоват. контент /М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т. им. С.П. Королева (нац. исслед. ун-т); сост. А. Г. Шляпугин- Электрон. текстовые и граф. данные.(237 Кб.) – Самара, 2013. – 1 эл. оптич. диск (CD – ROM)

В состав электронного образовательного контента входят:

1. Вопросы для контроля уровня усвоения материала.
2. Методические указания к выполнению курсового проекта
3. Тестовые задания к лабораторным работам по DEFORM 2 D
4. Перечень основных терминов и определений МТН

Приведено содержание разделов в общие требования к выполнению курсового проекта по дисциплине «Моделирование технологических процессов» для магистров инженерно-технологического факультета, обучающихся по направлению подготовки 150400.68 в 3 семестре.

Разработано на кафедре ОМД.

Самарский государственный  
аэрокосмический университет, 2013

**Вопросы по первому разделу**

1. Объясните понятие – объект моделирования.
2. Объясните понятие – модель.
3. Объясните понятие – моделирование.
4. Объясните понятие – прямая задача моделирования.
5. Объясните понятие – обратная задача моделирования.
6. Объясните понятие – формализация.
7. Объясните понятие – анализ объекта моделирования.
8. Объясните понятие – синтез модели.
9. Объясните понятие – CAD-система.
10. Объясните понятие – CAE-система.
11. Объясните понятие – математическая модель.
12. Объясните понятие – компонент математической модели.
13. Объясните понятие – ограничение математической модели.
14. Объясните понятие – переменная величина.
15. Объясните понятие – параметр математической модели.
16. Объясните понятие – функциональная зависимость.
17. Объясните понятие – целевая функция.
18. Объясните понятие – Черный ящик.
19. Объясните понятие – модель спецификация.
20. Объясните понятие – физическая модель.
21. Что включает в себя понятие металлургия?
22. Почему при осуществлении моделирования широкое применение нашли ЭВМ?
23. Какие этапы компьютерного моделирования Вам известны?
24. Какие требования предъявляться к алгоритмам, используемым для написания программы?
25. В каких случаях при осуществлении компьютерного моделирования разработка программного обеспечения не осуществляется?
26. На какие две основные группы можно разделить все существующее многообразие моделей?
27. Какие основные виды физических моделей Вы знаете?
28. В чем отличие статических физических моделей от динамических физических моделей?
29. Чем отличаются друг от друга натурные, масштабные и аналоговые физические модели?
30. Какие масштабные физические модели Вам известны?
31. Какая группа моделей спецификаций является наиболее важной?
32. В чем отличие стохастических и детерминированных математических моделей друг от друга?
33. Чем отличаются аналоговые математические модели от дискретных математических моделей?
34. Почему при построении математических моделей пренебрегают частью свойств объектов моделирования (вводят допущения)?
35. В чем заключается правило Парето?
36. Почему моделирование сравнивают с искусством?
37. Какие допущения применяют при построении математической модели?
38. Какие требования предъявляются к математической модели?
39. Какова в общем виде структура математической модели?

40. В чем отличие внутренних переменных математической модели от внешних?
41. В чем отличие переменных состояния от выходных переменных?
42. Какие виды ограничений, используемые при построении математических моделей Вам известны?
43. Какие основные этапы формализации объектов и процессов металлургии Вам известны?
44. Какие два подхода моделирования Вы знаете?
45. В чем заключается аналитический подход моделирования?
46. В чем заключается кибернетический подход моделирования?
47. Какие группы задач моделирования в металлургии Вам известны?
48. Перечислите основные допущения, используемые для моделирования задач теплопроводности.
49. Перечислите основные допущения, используемые для моделирования задач обработки металлов давлением.
50. Что такое континуум?
51. В каком случае тело является однородным?
52. В чем заключается гипотеза несжимаемости (закон постоянства объема)?
53. В чем заключается метод конечных элементов?
54. В чем заключается принцип Лагранжа?

### **Вопросы по второму разделу**

1. В каких системах САД или САЕ используется МКЭ?
2. Какие особенности САПР программ Вам известны?
3. Какие две группы интерактивных подсказок Вам известны?
4. Почему в большинстве САПР систем реализована модульная структура?
5. На какие основные части обычно делится САЕ системы?
6. Что в САПР понимается под ассоциативностью?
7. Какие виды ассоциативности Вам известны?
8. Что такое параметризация?
9. Как осуществляется процесс параметрического черчения?
10. Перечислите последовательность действий, осуществляемых при моделировании в САЕ системах.
11. Что такое геометрическая модель?
12. Какие виды геометрических моделей Вам известны?
13. Какие элементы есть у геометрических моделей?
14. Какие методы геометрического построения Вам известны?
15. В чём заключается каркасное моделирование?
16. Перечислите ограничения каркасных моделей.
17. В чём заключается поверхностное моделирование?
18. Какими преимуществами обладает поверхностное моделирование по сравнению с каркасным?
19. Перечислите основные виды поверхностей, используемых для описания геометрических моделей.
20. В чём отличие поверхностного моделирования от сплошного (твердотельного)?
21. Перечислите достоинства твердотельных моделей.
22. В чём отличие твердотельных моделей от поверхностных и каркасных?
23. Какие три основные операции булевой алгебры используются для построения сплошных моделей?

24. В чём заключается понятие гибридного моделирования?
25. Как осуществляется построение дискретной модели, используемой для расчёта с помощью МКЭ?
26. Какими свойствами (атрибутами) обладает КЭ?
27. В чём отличие линейных КЭ от одномерных?
28. Какие два основных направления построения сетки КЭ Вам известны?
29. Что такое явное моделирование?
30. В чём заключается неявное моделирование?
31. Что такое автоматический генератор сетки КЭ?
32. Какой тип КЭ даёт более точное описание геометрического объекта: линейный или квадратичный?
33. В чём отличие линейного, квадратичного и кубического КЭ друг от друга?
34. В чём отличие одномерного, двухмерного и трёхмерного КЭ друг от друга?
35. В каких местах необходимо сгущать сетку КЭ?
36. Как влияет малое количество КЭ в сетке на расчёт?
37. Как влияет большое количество КЭ в сетке на расчёт?
38. Какие виды граничных условий Вам известны?
39. Что такое сплошные граничные условия?
40. В чём особенность задач механических программных сред по сравнению с конструктивными задачами?
41. Какие модели, описывающие упругое поведение материала Вам известны?
42. Какие модели, описывающие пластическое поведение материала Вам известны?
43. На какие группы можно разделить все модели материалов?
44. Как задаются упругие свойства материала с помощью линейной модели?
45. Как задаются упруго-пластические свойства материала с помощью билинейной модели?
46. Для описания каких свойств материала может использоваться мультилинейная модель?
47. В каком виде представляются данные при необходимости задания свойств материала, зависящих от скорости деформирования и температуры?
48. В чём заключается понятие квазистатической задачи?
49. Что может являться для программы САЕ-системы критерием для остановки расчёта?
50. Как называется файл, используемый САЕ-системой для осуществления расчёта?
51. В чём отличие решателя (процессора) от постпроцессора?
52. Какие данные, полученные в результате расчёта, используются технологом для проектирования техпроцесса?
53. С чем связано большинство ошибок, возникающих при моделировании в САЕ-системе?
54. Перечислите наиболее часто встречаемые ошибки моделирования.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «САМАРСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА (НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)

**Моделирование технологических процессов**

Электронный образовательный контент

Работа выполнена по мероприятию блока 1 «Совершенствование

образовательной деятельности» Программы развития СГАУ

на 2009-2018 годы по проекту «Разработка образовательных контентов в рамках  
мастер-класса по внедрению и использованию СЭДО в реальном учебном процессе»

Соглашение №1/27 от 03.06.2013 г.

УДК 621.73(075)+004.9(075)  
ББК 32.81я7  
М 744

Составители: **Шляпугин Алексей Геннадьевич**,  
Рецензент: Каргин В.Р., д.т.н., профессор кафедры ОМД.

**Моделирование технологических процессов:** [Электронный ресурс] : электрон. образоват. контент /М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т. им. С.П. Королева (нац. исслед. ун-т); сост. А. Г. Шляпугин- Электрон. текстовые и граф. данные.(237 Кб.) – Самара, 2013. – 1 эл. оптич. диск (CD – ROM)

В состав электронного образовательного контента входят:

1. Вопросы для контроля уровня усвоения материала.
2. Методические указания к выполнению курсового проекта
3. Тестовые задания к лабораторным работам по DEFORM 2 D
4. Перечень основных терминов и определений МТН

Приведено содержание разделов в общие требования к выполнению курсового проекта по дисциплине «Моделирование технологических процессов» для магистров инженерно-технологического факультета, обучающихся по направлению подготовки 150400.68 в 3 семестре.

Разработано на кафедре ОМД.

Самарский государственный  
аэрокосмический университет, 2013

## СОДЕРЖАНИЕ

Общие требования и содержание курсового проекта .....	5
Содержание исследовательской части.....	8
Содержание конструкторско-технологической (практической) части .....	10
Заключение .....	11
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	112
Приложение А1 – Образец титульного листа .....	14
Приложение А2 – Образец оформления Реферата .....	15
Приложение А3 – Задание на курсовой проект .....	16



Использование современного программного обеспечения является обязательной составляющей работы современного технолога. Поэтому изучение специальных программных средств при подготовке специалистов в области металлургии является важной составляющей процесса обучения.

Данные методические указания предназначены для магистров, выполняющих курсовое проектирование по дисциплине "Моделирование технологических процессов". Методические указания содержат набор ссылок на источники и рекомендации по содержанию разделов курсового проекта и носят рекомендательный характер.

При выполнении курсового проекта важно, чтобы выданное задание соответствовало теме магистерской работы (являлось одним из его разделов). Поэтому задание на курсовой проект должно быть согласовано с руководителем магистранта. Руководитель курсового проекта в первую очередь является консультантом по вопросам использования программного обеспечения по тематике магистерской работы.

## ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Законченный курсовой проект представляется в виде расчетно-пояснительной записки, отражающей все необходимые разделы. Результаты исследований показываются в виде эскизов отдельных переходов, схем штампов, графиков и пр. и помещаются в тексте или приложениях пояснительной записки.

Содержание графической части согласуется с руководителем проекта и может состоять из чертежей, схем и эскизов переходов и другого материала.

Расчетно-пояснительная записка должна иметь следующие разделы:

- титульный лист (Приложение 1);
- задание на курсовое проектирование;
- реферат (Приложение 2);
- содержание;
- введение;
- аналитический обзор с последним подразделом, содержащим цели и задачи проводимого исследования;
- исследовательскую часть;
- конструктивно-технологическую часть;
- заключение;
- список используемых источников;
- приложения.

В приложения обязательно помещаются технологическая карта разработанного процесса (если разрабатывался технологический процесс) и распечатки на формате А3 чертежей. Остальные приложения - по усмотрению автора.

Требования к оформлению всех элементов пояснительной записки определяются СТО СГАУ [1].

Задание на курсовое проектирование выдается руководителем проекта после согласования с руководителем магистратуры, и может иметь технологическую или исследовательскую направленность.

Для технологических проектов обязательно наличие в задании чертежа конкретной детали с указанием марки материала, условий эксплуатации и серийности производства. В исследовательском проекте приводится информация о группе рассматриваемых деталей и основными их особенностями.

Работа выполняется магистрантом самостоятельно и регулярно в течение семестра. График выполнения контролируется руководителем в рамках, установленных учебным планом. Сроки выполнения курсового проекта и краткое содержание разделов приведены в таблице 1.

Законченный проект представляется руководителю проекта в распечатанном и электронном виде, который устанавливает срок защиты. Работы не соответствующие СТО СГАУ к защите не допускаются. Защита проводится гласно в присутствии руководителя студентов и преподавателя, назначенного заведующим кафедры. Возможно присутствие других преподавателей кафедры.

После ответов на дополнительные вопросы оцениваются качество выполнения проекта и результаты защиты.

Оценка за работу выставляется по следующим показателям:

- общие знания по теме работы;
- глубина понимания прорабатываемых в работе технологических вопросов;
- объем и глубина использования информационных технологий, т.е. какие из систем CAD, CAE, PDM использовались, для решения каких вопросов и насколько хорошо осуществлялась проработка решаемых вопросов;

- хоризма и четкость доклада и ответов на вопросы (не более пяти баллов).

Таблица 1 - Общие сведения о курсовом проекте

Название раздела	Содержание	Объем, стр.	Сроки сдачи, неделя
Аналитический обзор по теме	Приводятся: описание задачи, примеры известных решений, обоснование выбора программного обеспечения используемого для выполнения моделирования, постановка целей и задачи исследования.	8-10	3 неделя
Исследовательская часть	Содержит следующие подразделы: 1. Методика проведения вычислительного эксперимента – объяснение того как использовалась программа 2. Результаты моделирования	12-15	7 неделя
Конструкторско-технологическая (практическая часть)	Описание того какие практические результаты были получены	5-7	12 неделя
Оформление работы, подготовка презентации	Оформление работы в соответствии с требованиями СТО СГАУ в программе Power Point [1].	не более 15 слайдов	14 неделя
Защита работы	Должна быть на 100% готовая работа, подписанная магистрантом, научным руководителем и ведущим курсовой проект преподавателем.		15 неделя

Каждый из показателей оценивается по пяти бальной шкале, далее значения показателей суммируются, определяется среднее значение, которое округляется до целого.

Общие знания по теме «работы» определяются за счет задания пяти вопросов из рассматриваемой области.

«Глубина понимания прорабатываемых в работе технологических вопросов» определяется преподавателем на основании оценки комплексности и детального решения вопросов и задач в курсовом проекте (не более пяти баллов).

Объем и глубина использования информационных технологий за каждый вид используемого программного обеспечения (CAD, CAM, CAE, PDM и др.) назначается по 2 балла.

Студенты, получившие при защите неудовлетворительную оценку, могут быть допущены к повторной защите.

### ***Содержание исследовательской части***

Исследовательская часть должна содержать 3 раздела: методика вычислительного эксперимента, результаты моделирования, выводы.

В пункте методика вычислительного эксперимента необходимо привести описание того как использовалось программное обеспечение:

- Описать общую схему (привести рисунок с пояснениями) – на которой показать тип объекта (пластичный, твердый и пр.), направления движения или фиксацию объектов с учетом времени их взаимодействия;
- Особенности построения геометрии (описать какие упрощения геометрии принимались);
- Охарактеризовать способ построения сетки КЭ и принимаемые для этого в программе настройки;

- Привести свойства материала и показать, как эти свойства задавались в программе;
- Описать граничные условия (специфику их задания; конкретный алгоритм расчета и др.) по трению, перемещению и пр.

В пункте результаты моделирования привести в следующей последовательности результаты и их оценку:

1. Оценка стадийности процесса: выбрать характеристики, этапы заполнения штамповой, литейной оснастки или осуществления ТО и показать изменения ключевых характеристик по этапам на одном или нескольких графиках. Привести объяснения такого поведения исследуемых характеристик. Для «исследовательской» работы описывается типовой технологический процесс.
2. Привести описание исследований. На усмотрение автора можно в хронологическом порядке описать то, как осуществлялся поиск технологии изготовления детали, можно просто привести результаты и их объяснить.
3. Выводы, отражающие практическую значимость результатов моделирования. В рамках магистерской работы – здесь необходимо объяснить, что в результате моделирования получили. Например, какие допущения можно ввести для описания характера изменения исследуемых величин для данного процесса с тем, чтобы в дальнейшем его не моделировать или какая форма инструмента была принята, или какова последовательность переходов и пр. Для исследовательского проекта должен быть приведен перечень допущений, который позволит создать ММ процесса. Для технологического – однозначно определены особенности геометрии оснастки, последовательность операций.

### ***Содержание конструкторско-технологической (практической) части***

В данной части должны быть отражены практические результаты исследований. В случае проектирования технологии изготовления одной детали и объекта должна быть описана последовательность операций изготовления и приведены дополнительные расчеты необходимые для проектирования оснастки и приспособлений. Иллюстрации построенных 3D моделей, чертежи приводятся в приложении в соответствии с указанием научного руководителя.

Для случая выполнения «исследовательского проекта» приводится разработанная методика (рекомендации) по проектированию технологического процесса, обязательно наличие графиков и номограмм, позволяющих определить технологические параметры процесса (размеры заготовки, режимы обработки, коэффициенты формоизменения и пр.)

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведены общие требования к выполнению курсового процесса. Показаны особенности использования современного программного обеспечения и возможности его использования для моделирования технологических процессов.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СТО СГАУ 02068410-004-2007
2. Моделирование процессов ОМД в программе DEFORM-2D. Изд-во: Самар. гос. аэрокосм. ун-та; Сост. Шляпугин А.Г., Звонов С.Ю. Самара 2008, 90 с. Управление образовательных программ СГАУ. Регистр № 22/228-08
3. Моделирование процессов штамповки деталей в программном комплексе FormingSuite: метод. указания / сост. [Я.А. Ерисов и др.] – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2011. – 132 с.: ил.
4. Маслов, В.Д. Моделирование процессов листовой штамповки в программном комплексе ANSYS/LS-DYNA: учеб. пособие / В.Д. Маслов, К.А. Николенко. - Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007. -80 с.
5. Шляпугин, А.Г. Использование ANSYS APDL для построения геометрии объектов металлургии: метод. указ. / А.Г. Шляпугин. - Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2010. -68 с.
6. Шляпугин, А.Г. Моделирование процессов ОМД с помощью CAE-систем / А.Г. Шляпугин, И.Н. Хаймович, Е.Г. Демьяненко. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007. – 58 с.: ил.
7. Почекуев, Е.Н. Основы проектирования штампов и технологических процессов в NX: учеб. пособие / Е.Н. Почекуев, А.Г. Шляпугин, М.В. Хардин. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2011. – 160 с.: ил.
8. Шляпугин, А.Г. Построение моделей и чертежей инструмента для обработки металлов давлением в программе КОМПАС / А.Г. Шляпугин, Е.Г. Демьяненко, Е.А. Ерисов; Самар. гос. аэрокосм. ун-т.; Самара, 2011. – 123 с. ил.
9. Эффективная работа с Microsoft Excel 2000 /Додж М. – Спб. : Питер, 2003. – 1056 с.

10. Ansys в руках инженера : Практическое руководство / Каплун А.Б., Морозов Е.М., Олферьева М.А. – М. : Едиториал УРСС, 2003. – 272с.
11. Ansys для инженеров: Справочное пособие / Чигарёв А.В., Кравчук А.С., Смалюк А.Ф. – М. : Машиностроение, 2004. – 512с.
12. Шляпугин, А.Г. Использование режима многопроцессорных вычислений в программном комплексе LS Dyna для моделирования процессов направленного изменения толщины деталей летательных аппаратов: учеб. пособие / Шляпугин А.Г., Гречников Ф.В., Попов И.П., и др. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2010. – 40 с. : ил.
13. Инженерная и компьютерная графика. Практикум / Большаков В.П. – СПб. : БХВ ; Петербург, 2004. – 592 с., ил.
14. Компьютерная графика : 2-е издание (+CD) / М.П. Петров, В.П. Молочков. – СПб. : Питер, 2004. – 811 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А1 – ОБРАЗЕЦ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Кафедра обработки металлов давлением

Курсовая работа

по дисциплине: Моделирование технологических процессов

Название работы должно содержать название используемой программы

Выполнил студент группы ХХ

\_\_\_\_\_ Иванов И.И.

Проверил: доцент

\_\_\_\_\_ Петров П.П.

Самара 2013

ПРИЛОЖЕНИЕ А2 – ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ РЕФЕРАТА  
РЕФЕРАТ

Курсовой проект

Пояснительная записка: XXX страниц, XX рисунка, XX таблицы, XX источников

ПРОПИСНЫМИ БУКВАМИ ПЕРЕЧИСЛЯЮТСЯ КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА, ОПИСЫВАЮЩИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ И ИСПОЛЬЗУЕМУЮ ПРОГРАММУ

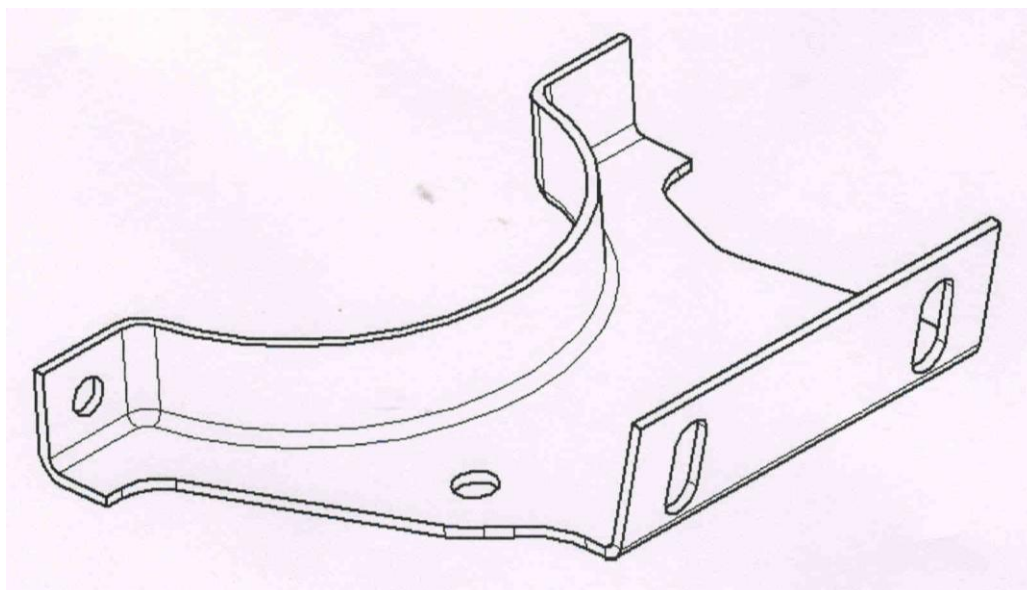
Объект исследования - .

Цель работы - .

Краткое описание того что было выполнено в ходе работы (5-8 строк).

Приложение А3 – Образец задания на курсовой проект  
по дисциплине «Моделирование технологических процессов»

Цель проекта: интенсифицировать технологию изготовления детали кронштейн с помощью современного программного обеспечения.



Материал детали – Сталь 10.

Программа выпуска – 10 тыс.шт. в год.

Магистрант Иванов И.И.

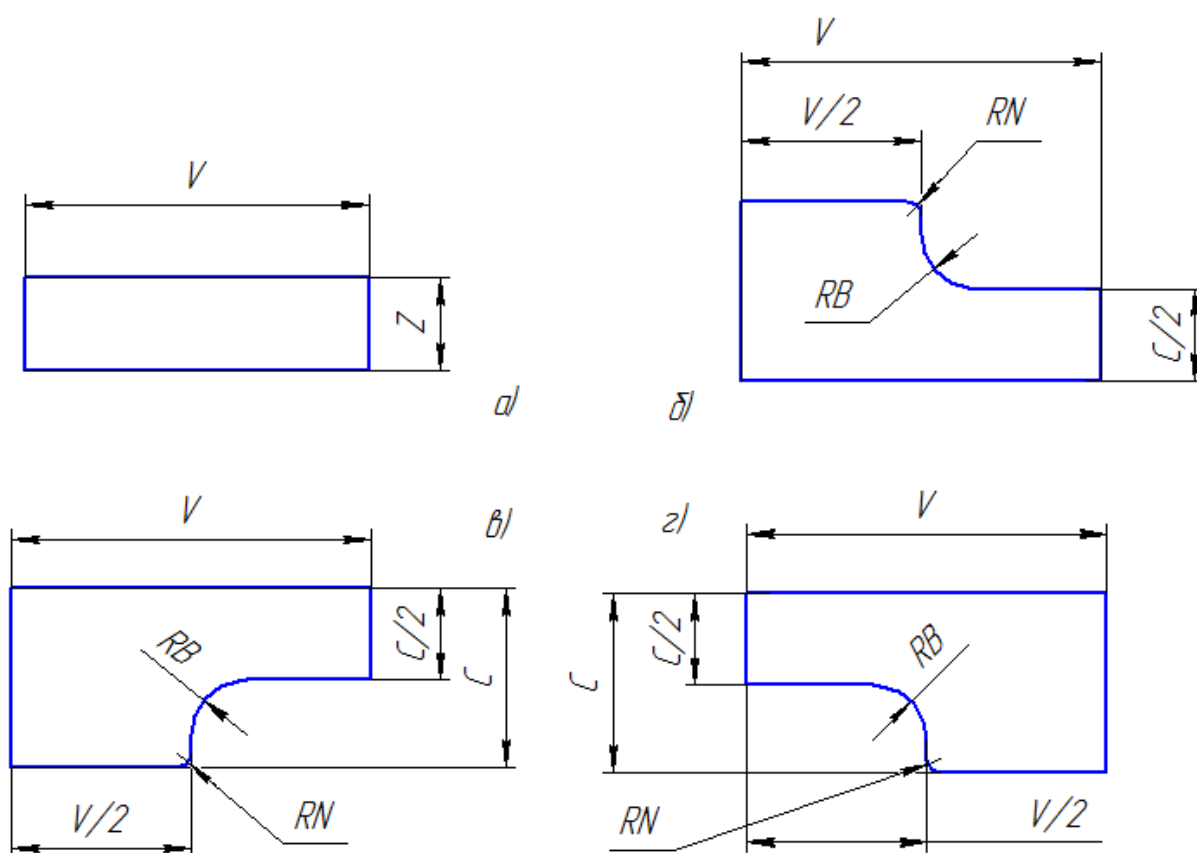
\_\_\_\_\_  
Научный руководитель  
Петров П.П.

\_\_\_\_\_  
Дата: \_\_\_\_\_

## Тестовые задания к лабораторным работам по DEFORM 2D

Выполните расчет технологического процесса нагрева до  $250^{\circ}$  и последующего деформирования заготовки из сплава AL1010 с помощью инструмента геометрия (см. ниже рис.) которого будет указана преподавателем. Материал инструмента – инструментальная сталь AISI-H-26.

Исходный диаметр цилиндрической заготовки равен  $V/2$ , высота заготовки  $1,5V$  ход инструмента  $3V/4$ . Скорость перемещения верхнего инструмента 1 мм/с. Значения коэффициентов трения и теплообмена взять в соответствии с рекомендациями разработчиков программы.



№	V	Z	C	RB	RN
1	50	50	30	10	5
2	40	35	20	5	5
3	65	35	30	5	3
4	65	50	40	10	5
5	70	45	45	15	10

Рисунок – Геометрические данные инструмента

## ***Основные термины и определения, используемые в дисциплине Моделирование технологических процессов***

*Моделирование* - процесс замены исходного объекта “образом” – моделью

*Литье* – процесс получения детали за счет перевода заготовки в жидкое (вязкое) состояние, осуществляют, как правило, за счет нагрева заготовки с последующим охлаждением заготовки в литейной форме. Другими словами для получения из заготовки детали необходимо изменить ее агрегатное состояние.

*Обработка металлов давлением (ОМД)* – процесс перераспределения материала заготовки под воздействием деформирующего инструмента. В ходе ОМД всегда стремятся к тому, чтобы материал за меньшее количество переходов наиболее близко принял форму детали.

*Термическая обработка (ТО)* – процесс изменения свойств детали, за счет осуществления превращений протекающих в материалах при нагреве.

*Сварка* – процесс создания неразъемного соединения между частями детали, осуществляемый за счет непосредственного разогрева материала деталей до температуры плавления в зоне соединения с последующим затвердеванием (кристаллизацией).

*Пайка* – процесс создания неразъемного соединения за счет соединения частей детали с помощью специального компонента, который для осуществления пайки переводят в жидкое состояние, а затем охлаждают на поверхностях частей будущих деталей.

*Механическая обработка* – поэтапный процесс удаления части материала заготовки с образованием отхода (стружка, опилки и др.).

*Аддитивные технологии* – технологии, обеспечивающие изготовление детали за счет поэтапного добавления материала. В привычном виде заготовки не существует, есть материалы части, которого за счет определенного воздействия (распыления, нагрева и пр.) придается определенная форма с последующей фиксацией этой части с созданной ранее. Аддитивные технологии

по своей сути являются обратным процессом по отношению к механической обработке.

*Прямая задача моделирования* – процесс построения модели.

*Обратная задача моделирования* – процесс исследования уже построенной модели.

*Математическая модель* – модель спецификация, для создания которой использовались математические термины. Процесс создания математической модели называется *формализацией*.

*Модель спецификация* – представление реального объекта с помощью принятых обозначений.

*Физическая модель* – реальное тело, выражающее своими свойствами свойства реального объекта.

*Алгоритм* – последовательность, каких либо действий. Для описания алгоритма используется ГОСТ.

*Динамические и статические модели* – модели учитывающее изменение моделируемого объекта во времени.

*Сила физической аналогии* – схожесть свойств физической модели и реального тела. По силе физической аналогии модели бывают *натурными*, *масштабными* и *аналоговыми*. Натурные модели обладают полным сходством с исследуемым объектом, масштабные отличаются размерами, аналоговые – обладают свойствами схожими по поведению с исследуемыми свойствами объекта.

*Алгоритмические модели* – модели взаимосвязь исследуемых свойств, у которых определяется по заданному алгоритму.

*Функциональные модели* являются частным более простым случаем алгоритмических моделей, взаимосвязь исследуемых свойств определена одной зависимостью.

*Микроуровень, макроуровень, и метоуровень* производства – уровни подчиненности математических моделей, возникающее при создании моделей производственных процессов.



*Стохастические и детерминированные модели* – учитывающие и не учитывающие фактор вероятности модели.

*Абстрактные модели (модели спецификации)* описывают поведение объекта исследования с помощью принятых обозначений (устных или письменных).

*CAD* – системы проектирования трехмерных геометрических моделей и чертежей (Компас, NX, Catia и др.);

*CAE* – системы инженерных расчетов – обеспечивают моделирование физических процессов, протекающих в твердых телах, потоках газов под воздействием электромагнитных и температурных полей. CAE – системы условно можно разделить на универсальные (Ansys, Abaqus) и технологические (Deform, Pam-Stamp, Pro-Cast). Технологические программы в отличие от универсальных созданы специально для решения узкого круга задач литья, ОМД, сварки и пр.

*CAM* – системы технологической подготовки производства – программы, позволяющие упростить труд технологов и рабочих при осуществлении управления сложным производственным оборудованием с числовым программным управлением (ЧПУ). Фактически это программы, которые позволяют создать программы управления станками с ЧПУ.